

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-145842

(43)Date of publication of application : 27.05.1994

(51)Int.Cl.

C22C 5/02
B23K 20/00
H01B 1/02
H01L 21/60

(21)Application number : 04-293429

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22)Date of filing : 30.10.1992

(72)Inventor : KITAMURA OSAMU

(54) BONDING GOLD ALLOY THIN WIRE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a gold bonding wire increased in breaking strength and with the loop capable of being made higher than the conventional alloy wires.

CONSTITUTION: (1) A gold alloy thin wire contains, by weight, 0.05-0.2ppm of boron, 1-20ppm of beryllium and the balance high-purity gold ($\geq 99.995\%$ purity) with inevitable impurities. (2) A bonding gold alloy thin wire contains the component (1) and 1-15ppm of one or ≥ 2 kinds among calcium, yttrium and cerium, and (3) a bonding gold alloy thin wire contains the component (2), 2-50ppm of indium and the balance gold with inevitable impurities. Consequently, the same loop height and bonding strength as before can be secured.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's

DERWENT-ACC-NO: 1994-211170

DERWENT-WEEK: 199426

COPYRIGHT 2005 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Gold alloy fine wire for bonding - comprises high purity gold with trace amts of boron and beryllium

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON STEEL CORP[YAWA]

PRIORITY-DATA: 1992JP-0293429 (October 30, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 06145842 A	May 27, 1994	N/A	008	C22C 005/02

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 06145842A	N/A	1992JP-0293429	October 30, 1992

INT-CL (IPC): B23K020/00, C22C005/02, H01B001/02, H01L021/60

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 06145842A

BASIC-ABSTRACT:

The Au-alloy fine wire comprises high-purity Au (at least 99.995% purity) contg. 0.05-0.2 wt. ppm B, 1-under 20 wt. ppm Be, and balance incidental impurities.

USE - For bonding, having high fracture strength, and higher loop height. Provides more finer wire than conventional Au alloy.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS: GOLD ALLOY FINE WIRE BOND COMPRISE HIGH PURE GOLD TRACE AMOUNT BORON BERYLLIUM

DERWENT-CLASS: M26 P55 U11 X12

CPI-CODES: M26-B01; M26-B01B;

EPI-CODES: U11-A08B; U11-D03B1; U11-E01A; X12-D01A;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1994-096589

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1994-166226

*** NOTICES ***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] high grade gold (99.995% or more of purity) -- weight ppm ***** -- boron -- 0.05-0.2 ppm and beryllium -- less than one to 20ppm the bonding which is made to contain by within the limits and consists the remainder of a golden unescapable impurity -- public funds -- alloy thin line.

[Claim 2] the component of claim 1 -- one sort of calcium, an yttrium, a lanthanum, and a cerium, or two sorts or more -- weight -- carrying out -- 1-15 ppm the bonding which contains in the range of the following and consists the remainder of an unescapable impurity of gold and gold -- public funds -- alloy thin line.

[Claim 3] the component of claim 2 -- as weight -- an indium -- 1-50 ppm the bonding which contains and consists the remainder of an unescapable impurity of gold and gold -- public funds -- alloy thin line.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the gold alloy thin line which thinning of the use wire size by high-intensity-izing of a gold alloy thin line is attained [thin line] in more detail, and makes the same bonding strength as the former maintain in spite of thinning about the gold alloy thin line which is excellent in the thermal resistance used in order to connect the electrode on a semiconductor device, and an external lead.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, as a bonding line which connects between the electrode on a semiconductor device, and external leads, the gold alloy thin line is mainly used. As a technique which carries out bonding of the gold alloy thin line, thermocompression bonding is the typical approach. After the electrode of a semiconductor device heated within the limits of 150-300 degrees C after carrying out heating fusion of the part for the point of a gold alloy thin line with the electric flame off and making a ball form with surface tension carries out sticking-by-pressure junction of this ball section in thermocompression bonding, it is an approach of making connection by the side of an external lead by ultrasonic sticking-by-pressure junction further.

[0003] In recent years, the number of electrodes on a semiconductor device is increasing with improvement in the degree of integration of a semiconductor device. For this reason, the present condition is corresponding by what it corresponds by the formation of a short pitch of inter-electrode distance, and the miniaturization of the diameter of a ball of ball bonding, or the gold alloy line for connection is made longer than before for (the so-called formation of a long span). for this reason -- being alike -- bonding -- public funds -- thinning of a line is effective in the formation of a short pitch of inter-electrode distance, and the miniaturization of the diameter of a ball, and can plan cost reduction by carrying out thinning more to the formation of a long span.

[0004] However, in the conventional gold alloy thin line, by thinning, when the fall of a mechanical property, especially breaking strength arises inevitably If not cautious of handling in case a bonder is equipped with a gold alloy thin line, it will disconnect easily, Or the thing which becomes easy to disconnect in vibration by the conveyance after bonding etc., It has the inclination for the bonding strength after thermocompression bonding to originate in that there is little crystal grain per wire size, and to fall by thinning, Originate in addition of the element which raises breaking strength, and loop-formation height becomes low. From making the percent defective of the semiconductor device by generating of the short circuit by the contact to the ridgeline of a semiconductor device, and a gold alloy thin line, or contact to an island and a gold alloy thin line increase etc. In the conventional gold alloy thin line, to thinning, correspondence is difficult, therefore a mechanical strength is conventionally higher than a gold alloy thin line, and a gold alloy thin line equivalent to the gold alloy line of the former [bonding strength / immediately after heat and pressure] with high loop-formation height is desired.

[0005] As a conventional gold alloy line for bondings, it is the 1 - 8 weight ppm about beryllium, for

example as indicated by JP,53-112059,A. The 3 - 5 weight ppm is included for the added gold alloy thin line and the calcium shown in JP,58-112060,A, and it is the 5 - 50 weight ppm about germanium. It is the 1 - 8 weight ppm about beryllium. There is a golden bonding wire which comes to contain one sort or two sorts or more. Moreover, the gold alloy line which becomes JP,58-154242,A which made the mechanical strength higher than before from rare earth elements, such as a lanthanum and a cerium, calcium and germanium, and beryllium like a publication is invented.

[0006] However, in the example of these gold alloy thin lines, although it is the breaking strength of 10-12gf in the diameter of 25 micrometer The breaking strength in the diameter of 20 micrometer falls with 6-7gf with reduction in the cross section. As a result of the recrystallization field at the time of ball formation becoming narrow according to increase of the amount of heat leakage accompanying the bonding strength after bonding, and increase of specific surface area, there are problems, such as increase of the percent defective of the semiconductor device by the above-mentioned short circuit, generating of an oscillating open circuit, etc. and a fall of dependability, from loop-formation height falling. the bonding in which a mechanical property equivalent to the conventional gold alloy thin line is acquired even if it carries out thinning, and the bonding strength after thermocompression bonding has the high high-reliability of loop-formation height equivalent to the conventional gold alloy thin line and -- public funds -- it is wished from the enterprise field to which an alloy thin line relates.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] this invention person etc. -- such bondings of the versatility by which the conventional proposal was made -- public funds -- as a result of examining an alloy thin line, the breaking strength of a gold alloy thin line in 5-6 or less gves Since sufficient cautions for handling of installation of the gold alloy thin line to a bonder etc. are required and handling equivalent to the conventional gold alloy thin line becomes difficult, as breaking strength that at least 6 or more gves are desirable and the conventional bonding -- public funds -- in an alloy thin line If the alloying element which raises a mechanical strength for thinning (less than 25 micrometers) is made to increase, as a result of the recrystallization field at the time of ball formation becoming [the height of the loop formation after bonding] low by the above-mentioned reason moreover in short ****, the inclination for pull reinforcement to also fall was accepted. Moreover, by addition of too much alloy element, the degree of hardness of that oxidization of an alloying element generates an oxide layer on a ball front face, junction sufficient at the time of thermocompression bonding with an electrode becomes impossible, and bonding strength falls and the ball section increases at the time of ball formation, the reduction of area falls to it at the time of sticking by pressure, and the fall of share reinforcement, or when excessive, a semiconductor device may be damaged. Furthermore, it became clear that the fault to which a shrinkage cavity becomes easy to be made at the tip of a ball, and the bonding strength after thermocompression bonding falls to it by reduction of a plane-of-composition product arose.

[0008]

[Means for Solving the Problem] this invention person etc. was making beryllium and the boron of a **** minute amount add, raised mechanical characteristics, especially breaking strength remarkably, and made the recrystallization field at the time of ball formation expand, as a result of studying many things for the elucidation of the trouble mentioned above, and it found out that there was effectiveness which makes loop-formation height higher. Although the proposal of JP,59-65440,A was already known about the gold alloy thin line which added boron, it is an addition below a boron content given [this] in an official report, and found out that there was more sufficient effectiveness by making it coexist with the element of beryllium and other second group, and the third group. moreover -- even if it carries out thinning -- sufficient reinforcement -- having -- the reinforcement of the ball neck section -- high -- and the variation -- few -- the fine bonding of **** of the ball neck section -- public funds -- the bonding which suited thinning by controlling the content of boron within the limits of a minute amount extremely especially obtaining an alloy thin line -- public funds -- the alloy thin line could be manufactured easily industrially and it discovered that many above-mentioned troubles were cancelable.

[0009] That is, this invention makes the following configurations a summary based on the above-

mentioned knowledge.

(1) high grade gold (99.995% or more of purity) -- weight ppm ***** -- boron -- 0.05-0.2 ppm and beryllium -- 1-20 ppm the bonding which is made to contain within the limits of the following, and consists the remainder of a golden unescapable impurity -- public funds -- alloy thin line.

(2) the component of the above (1) -- one sort of calcium, an yttrium, a lanthanum, and a cerium, or two sorts or more -- weight -- carrying out -- 1-15 ppm the bonding which contains in the range of the following and consists the remainder of an unescapable impurity of gold and gold -- public funds -- alloy thin line.

(3) the component of the above (2) -- as weight -- an indium -- 1-50 ppm the bonding which contains and consists the remainder of an unescapable impurity of gold and gold -- public funds -- alloy thin line.

[0010] Hereafter, the configuration of this invention is explained further. As for the high grade gold used by this invention, purity contains at least 99.995% of the weight or more of gold, and the remainder consists of an unescapable impurity. When purity is less than 99.995 % of the weight, it is influenced of the impurity to contain. Especially, in comparatively few gold alloy thin lines for high loop formations of an addition, effectiveness in the content of this invention cannot fully demonstrate.

[0011] As for boron, whenever [to Kanenaka / dissolution] is small, and it is known that effectiveness is in improvement in a mechanical strength. The boron content of Kanenaka known conventionally is the 1 weight ppm. The boron content optimal [although it is above] when adding two or more elements and this invention person etc. makes it coexist especially with beryllium for a gold alloy thin line is the 0.2 weight ppm. It found out that it was in the minute amount field of the following. That is, a boron content is the 0.2 weight ppm. Above, the degree of hardness of the ball section becomes high, and there is little plastic deformation irreversible deformation of a ball at the time of sticking by pressure with the electrode on a semiconductor device, and are hard coming to obtain sufficient bonding strength at it, a detailed crack is produced in a semiconductor device, and also it has the fault which cannot become a true ball easily due to the effect of other coexistence elements at the time of golden ball formation. The problem when not becoming a true ball is a loop formation's bending at the time of bonding, and spoiling linearity, when there is no gold alloy thin line in that some golden balls deformed plastically when a ball was crushed by the capillary tube may start a flash and an inter-electrode short circuit from an electrode when the electrode surface product on a semiconductor device is made small, and a ball core. On the other hand, 0.05 weight ppm In the following, as a result of Kanenaka's boron distribution becoming an ununiformity, also within the same gold alloy thin line, the variation in a mechanical strength is produced locally and it comes to produce defects, such as increase of the increment in the variation in loop-formation height, and the variation of bonding strength, as a result. Therefore, it is the 0.05 weight ppm about a boron content. It is the 0.2 weight ppm above. It considered as the range.

[0012] The amount of beryllium made to live together is the 1 weight ppm. In the following, the compound addition effectiveness is inadequate, and breaking strength does not become high. On the other hand, the amount of beryllium is the 20 weight ppm. 20 weight ppm if it exceeds, since diffusion with the aluminum electrode on a semiconductor device and a gold alloy thin line will become an ununiformity, it will become easy to generate the so-called KAKEN dull void and junction dependability will be reduced as a result It considered as the following. the desirable range which acquires high intensity and a high loop formation -- a boron content -- the 0.07 - 0.1 weight ppm and beryllium -- 6 - 12 weight ppm it is .

[0013] The addition purpose of the second group element is to make big and rough-ization of the crystal grain of the gold alloy thin line by the thermal effect at the time of ball formation prevent, and raise [raise a mechanical strength further,] the reinforcement of the ball neck section rather than the gold alloy thin line which consists of boron and beryllium. The effectiveness that calcium raises the thermal resistance of a gold alloy line like JP,53-105968,A, and the effectiveness of raising a mechanical strength are known. When boron and beryllium were made to contain within the limits of the above-mentioned, it found out that there was effectiveness which raises more nearly further improvement in the mechanical strength by independent addition of calcium. however, a calcium content -- 15 weight ppm the upper limit of the content of calcium if it is made to exceed and add, since a shrinkage cavity will be

formed in a ball point, and a ball will not become a true ball but the bonding strength after ball bonding will fall -- 15 weight ppm ** -- it carried out. The content of calcium is the 1 weight ppm. When it is the following, the common effectiveness of boron, beryllium, and calcium is unstable, and the compound effectiveness of raising a mechanical strength is not enough, either. therefore, the content of calcium -- 1 weight ppm from -- 15 weight ppm ** -- it carried out.

[0014] The lanthanum, the cerium, and the yttrium were elements which have the effectiveness of the same inclination as calcium, as it was in the Germany JP,1608161,B specification, and as a result of studying the compound addition effectiveness of boron and beryllium, they found out that there was the same effectiveness as calcium. Any element is the 1 weight ppm. In the following, sufficient mechanical strength by the compound addition effectiveness of boron and beryllium is not obtained, but the variation in the reinforcement within a gold alloy thin line becomes size. on the other hand, 15 weight ppm the upper limit of a content if it is made to exceed and add, since a ball will not become a true ball, but a shrinkage cavity will be formed in a ball point and the bonding strength after ball bonding falls -- 15 weight ppm ** -- it carried out. Also when two or more two or more sorts of calcium, a lanthanum, a cerium, and an yttrium are added in boron and beryllium, it is the 1 weight ppm. In the following The addition effectiveness is small, the variation in the reinforcement within a gold alloy thin line becomes size, and it is the 15 weight ppm. Since a ball will not become a true ball but a shrinkage cavity will be formed in a ball point if it is made to exceed and add It is the 15 weight ppm about the upper limit of a content since the bonding strength after ball bonding falls. It carried out. the desirable range which acquires high intensity and a high loop formation -- 2 - 5 weight ppm it is .

[0015] As it is in JP,63-145729,A, the effectiveness which makes loop-formation height high is accepted by the indium of the third group. In order to make a loop formation high more, it was made to contain from loop-formation height becoming low rather than the case of boron and beryllium, when the above-mentioned calcium, a lanthanum, a cerium, and an yttrium are added in boron and beryllium. however, an indium content -- 1 weight ppm the effectiveness which makes a loop formation high in the following -- small -- 50 weight ppm a content if it exceeds, since ball neck reinforcement will fall -- 1 - 50 weight ppm ** -- it carried out. In addition, the desirable content range of an indium is the 10 - 30 weight ppm as a result of an experiment. It was the range.

[0016]

[Example] Hereafter, an example is explained. Golden purity carried out dissolution casting of the hardener containing each above-mentioned alloying element with the RF vacuum melting furnace according to the individual using 99.995% of the weight or more of electrolysis gold, and ingoted the hardener. The specified quantity and golden purity of a hardener of each alloying element which were obtained thus, with 99.995% of the weight or more of electrolysis gold After carrying out dissolution casting of the gold alloy of the chemical entity shown in Table 1 with a RF vacuum melting furnace and rolling out the ingot, wire drawing is performed in ordinary temperature. After having added the intermediate-annealing process of a gold alloy thin line if needed, continuing wire drawing further and using the last wire size as the gold alloy thin line of 20 micrometerphi, it adjusted so that continuous annealing might be carried out in an atmospheric-air ambient atmosphere and the elongation value of a gold alloy thin line might become about 4%.

[0017] About the obtained gold alloy thin line, the result of having investigated ball shape and bonding strength in ordinary temperature tensile strength and loop-formation height was written together to Table 1. After loop-formation height joined between the electrode on a semiconductor device, and external leads using the high-speed automatic bonder, it measured the top quantity of each loop formation formed, and 100 electrode surfaces of the semiconductor device concerned with the optical microscope, and admonished the difference of the both distance loop-formation quantity. The high-speed automatic bonder was used for ball shape, and it observed the gold alloy ball obtained by the arc discharge by the electric flame off with the scanning electron microscope, evaluated the thing unjoinable to the electrode on semiconductor devices, such as what an oxide with too much ball shape on an unusual thing and a ball front face produces, in a good configuration by x mark, and evaluated the good thing by O mark. After bonding strength fixed the leadframe and the semiconductor device to measure with the fixture

after high-speed automatic bonding, the pull reinforcement which measured tension and 100 tensile strength at the time of the thin line fracture for the center section of the gold alloy thin line after bonding, and its variation estimated it. Moreover, shear fracture of the golden ball which was made to move a fixture to a semiconductor device and parallel, and was joined to them from the electrode of the semiconductor device similarly fixed in the location detached 3 microns upwards was carried out, and it judged by the result of having searched for the share reinforcement which measured 100 maximum loads at the time of exfoliation, and its variation.

[0018] When a wire size was changed into Table 2 for the evaluation result of the gold alloy thin line which Table 1 manufactured by this constituent of the same component, Table 3 showed the evaluation result of the gold alloy thin line containing the addition which separates from this constituent. Moreover, the purity of raw material gold showed the result of having investigated the effect of less than 99.995% of the case especially in the table 4.

[0019] In Table 1 and Table 3 in the comparison of the almost same pull reinforcement of the gold alloy line of loop-formation height The variation in the loop-formation height of Table 1 is smaller than Table 3, or each pull reinforcement of Table 1 in a result also with the variation it is larger than the value of Table 3, and small Or the result to which share reinforcement and its variation are small is obtained, and a result with the component of this invention more sufficient [the flume gap judged synthetically] is brought. Moreover, when the range of this invention is exceeded and the superfluous amount of alloy elements is added, ball shape is not all normal, and share reinforcement falls, and the variation is also large.

[0020] In the case of a gold alloy thin line [25-micrometer], if there is 50g or more of share reinforcement by the average, it is usually supposed that it is satisfactory of reinforcement. In the result of having made the trial calculation of the share reinforcement of a 20-micrometer gold alloy thin line, it becomes the value of about 30g from the configuration after bonding. although the value of 30g or more is all satisfied in the case of Table 1 -- the case of Table 3 -- the case of 30g or less -- many -- it is -- bonding -- public funds -- as an alloy thin line, it is inadequate.

[0021] Although each forms the normal ball of the component in the generic claim of Table 1 by evaluation of ball shape, what becomes a ball with an unusual shrinkage cavity etc. exists in a ball point in the example of a comparison of Table 3.

[0022] As mentioned above, when separating from the upper limit of this constituent, loop-formation height is low, and the bonding strength of pull reinforcement and share reinforcement is inadequate, and it is distinct that the variation also reduces the dependability of a semiconductor device as a result greatly. Moreover, although a mechanical strength falls and loop-formation height can be held when it separates from the minimum of the configuration of this invention, the variation is large, variation in pull reinforcement is enlarged as a result, and also the variation in share reinforcement becomes size. In addition, the same result is shown also when it is the table 4 where the purity of raw material gold is low.

[0023]

[Table 1]

実施例

番 号	含 有 量 (重 量 ppm)							機 械 的 特 性 20mmφ		ル ー プ 高 さ (μm)		ブ ル 強 度 (gf)		シ ェ ア 強 度 (gf)		ボ ー ル 形 状
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	In	B.I (gf)	E.I (%)	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	0.19	1	—	—	—	—	—	7.2	3.9	183.3	15.6	6.0	0.47	36.4	5.3	○
2	0.06	20	—	—	—	—	—	7.0	4.3	178.5	14.3	6.2	0.46	34.7	5.2	○
3	0.1	2	—	—	—	—	—	7.3	4.0	198.2	15.1	6.0	0.48	35.6	5.4	○
4	0.09	15	—	—	—	—	—	7.4	3.8	188.6	14.9	5.6	0.50	33.9	5.5	○
5	0.06	10	—	—	—	—	—	7.3	3.9	191.2	15.0	5.7	0.49	35.3	5.2	○
6	0.07	10	1	—	—	—	—	7.9	4.0	185.3	14.8	5.5	0.48	33.6	5.1	○
7	0.08	7	15	—	—	—	—	8.6	4.3	150.2	13.9	4.1	0.42	31.8	5.5	○
※										183.6	14.1	7.2	0.43	31.9	5.4	○
8	0.09	7	3	—	—	—	—	8.1	4.4	165.8	14.9	4.7	0.45	32.9	5.3	○
9	0.06	1	—	15	—	—	—	8.8	4.5	148.8	14.2	4.1	0.43	31.7	5.5	○
10	0.09	8	—	1	—	—	—	7.9	4.3	184.6	15.3	5.5	0.47	34.2	5.4	○
11	0.05	18	—	14	—	—	—	8.9	4.0	149.2	13.8	4.2	0.46	31.7	4.9	○
※										179.8	14.2	7.9	0.44	31.6	5.0	○
12	0.06	3	—	—	3	—	—	8.0	3.8	179.6	14.7	5.3	0.44	33.7	5.1	○
13	0.09	8	—	—	12	—	—	8.7	4.5	150.7	14.3	4.5	0.41	31.5	4.9	○
※										180.6	14.4	8.0	0.43	31.6	5.0	○
14	0.05	9	—	—	—	1	—	7.9	3.8	179.6	14.5	5.4	0.43	35.2	5.6	○
15	0.09	3	—	—	—	15	—	8.4	4.4	153.9	14.1	4.3	0.45	32.6	4.8	○
16	0.07	5	1	2	9	—	—	8.9	3.9	146.6	13.6	4.1	0.46	33.1	4.6	○
※										178.9	14.0	7.9	0.48	33.0	5.0	○
17	0.09	16	3	5	3	3	—	8.3	4.7	148.3	13.3	4.3	0.46	32.8	4.6	○
18	0.08	7	15	—	—	—	2	8.5	4.4	159.1	14.1	4.5	0.51	32.2	5.3	○
19	0.08	10	15	—	—	—	40	8.6	4.6	161.8	14.8	4.6	0.46	33.4	5.4	○
20	0.09	8	—	—	12	—	20	8.4	4.4	164.1	14.4	4.6	0.47	32.3	5.1	○
21	0.05	17	—	14	—	—	9	9.0	3.8	155.7	14.3	4.5	0.48	32.3	5.2	○
22	0.07	5	1	2	9	—	1	8.8	4.3	152.3	14.0	4.3	0.47	32.9	4.4	○
※										182.6	14.1	8.1	0.49	32.5	4.5	○
23	0.07	5	2	2	9	—	50	8.4	4.4	155.1	14.6	4.4	0.44	33.3	4.8	○
24	0.09	16	3	5	3	3	30	8.3	4.5	152.5	14.3	4.2	0.42	31.8	4.9	○

※ ボンディング時にループ高さを高くする操作をして、180 μ 程度にした場合を示す。

[0024]

[Table 2]

実施例

番 号	含 有 量 (重 量 ppm)							線径 (μm)	機械的特性 20 $\mu\text{m}\phi$		ループ高さ (μm)		プル強度 (gf)		シェア強度 (gf)		ボール 形 状
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	In		B. I (gf)	E. I (%)	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	0.07	10	1	—	—	—	—	30	17.9	4.0	255.3	14.8	13.5	0.48	105.4	5.1	○
2								25	11.8	3.9	226.8	14.5	10.5	0.44	86.3	4.9	○
3								20	7.9	4.0	185.3	14.8	5.5	0.48	33.6	5.1	○
4	5	8	—	—	2	—	10	18	6.7	3.8	174.7	13.9	5.2	0.41	25.2	3.8	○
5								30	18.2	4.0	235.1	15.4	14.5	0.47	110.4	5.6	○
6								25	12.4	4.3	208.5	15.1	10.9	0.47	90.2	5.4	○
7	0.09	8	—	—	2	—	10	20	8.0	4.1	180.6	14.6	6.6	0.43	34.8	4.2	○
8								18	6.6	3.9	168.3	14.4	5.5	0.42	28.5	4.1	○

[0025]
[Table 3]

比較例

番 号	含 有 量 (重 量 ppm)									機械的特性 20 μ m ϕ		ループ高さ (μ m)		プル強度 (gf)		シェア強度 (gf)		ボール 形 状
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	Ge	Ag	In	B. I (gf)	E. I (%)	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	6.9	3.7	170.2	17.3	5.3	0.61	23.6	7.2	×
2	4	5	2	—	—	—	—	—	—	9.6	3.7	160.2	15.3	4.3	0.65	18.6	7.2	×
3	0.03	—	—	—	—	—	—	—	—	5.6	3.7	173.5	17.5	4.9	0.85	31.3	7.0	○
4	0.03	15	—	—	—	—	—	—	—	5.9	3.7	179.8	17.3	5.0	0.65	30.3	6.9	○
5	0.3	15	—	—	—	—	—	—	—	7.4	4.1	169.8	16.3	4.5	0.65	27.3	7.6	×
6	—	10	4	—	—	—	—	—	—	7.5	3.9	156.7	16.1	4.0	0.56	30.2	8.2	○
※	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	182.2	16.3	6.6	0.54	30.3	8.1	○
7	—	10	4	—	—	—	—	—	65	6.9	3.9	168.1	16.4	4.7	0.66	29.2	8.0	×
8	0.15	23	19	—	—	—	—	—	—	8.9	4.3	141.6	14.9	3.7	0.67	26.3	7.3	×
※	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	179.9	15.2	6.4	0.68	26.5	7.5	×
9	0.06	10	5	18	—	—	—	—	—	9.0	4.4	132.4	14.0	3.4	0.46	25.2	7.7	×
※	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	178.3	14.3	6.0	0.50	25.4	7.5	×
10	0.06	10	5	18	—	—	—	—	20	9.3	4.4	138.4	14.3	3.7	0.49	26.2	6.9	×
11	0.09	6	10	10	10	5	—	—	—	9.6	4.2	129.0	14.6	3.4	0.50	25.7	8.1	×
12	0.1	—	9	—	—	—	—	—	—	7.3	3.8	159.6	17.6	4.1	0.63	28.9	7.4	○
※	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	182.6	17.9	6.6	0.69	29.0	7.5	○
13	0.06	10	5	—	—	20	—	—	20	8.9	4.4	138.7	14.1	3.7	0.54	25.2	7.3	×
14	0.09	7	—	2	—	—	35	—	10	8.1	4.0	174.2	15.2	4.1	0.69	29.2	7.3	○
15	0.09	7	—	2	—	—	35	20	10	7.8	3.9	179.6	16.3	3.8	0.73	28.6	6.9	○

※ ボンディング時にループ高さを高くする操作をして、180 μ 程度にした場合を示す。

※ ボンディング時にループ高さを高くする操作をして、180 μ 程度にした場合を示す。

[0026]

[Table 4]

比較例

番 号	含 有 量 (重 量 ppm)							金中不純物含有量 (重 量 ppm)				機械的特性 20 μ m ϕ	
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	In	Ag	Cu	Pb	Sn	B. I (gf)	E. I (%)
1	0.06	1	—	—	—	—	—	36	5	6	15	5.4	3.9
2	0.06	20	—	—	—	—	—	10	6	9	30	5.3	4.3

比較例

番 号	ループ高さ (μ m)		プル強度 (gf)		シエア強度 (gf)		ボ ー ル 形状
	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	163.3	18.6	4.3	0.64	27.4	6.3	○
2	168.5	17.3	4.2	0.62	26.7	6.2	○

[0027]

[Effect of the Invention] The gold alloy thin line of this invention has an enough mechanical strength, the variation is [the loop-formation height after bonding is high,] small, and bonding strength is also high, and the normal and stabilized bonding is [the variation is small and] possible also for each ball shape, and since at least 18-30 micrometers of same effectiveness were acquired in the wire size, it has a useful property on industry.

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-145842

(43)公開日 平成6年(1994)5月27日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 5/02				
B 2 3 K 20/00		G 9264-4E		
H 0 1 B 1/02		Z 7244-5G		
H 0 1 L 21/60	3 0 1	F 6918-4M		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 8 頁)

(21)出願番号	特願平4-293429	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22)出願日	平成4年(1992)10月30日	(72)発明者	北村 修 神奈川県川崎市中原区井田1618番地 新日本製鐵株式会社先端技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 田村 弘明 (外1名)

(54)【発明の名称】 ボンディング用合金細線

(57)【要約】

【目的】 破断強度を高く、かつループ高さを高くした従来合金細線よりも細線化可能な金ボンディングワイヤ。

【構成】 (1) 高純度金(純度99.995%以上)に、ボロンを0.05~0.2重量ppm、ベリリウムを1~20未満の重量ppmの範囲内で含有せしめ、残部を金の不可避不純物からなるボンディング用合金細線。

(2) 上記(1)の成分に、カルシウム、イットリウム、ランタン、セリウムの1種または2種以上を1重量ppm以上~15重量ppm未満の範囲で含有し、さらに

(3) 上記(2)の成分に、インジウムを2~50重量ppmを含有し、残部を金と金不可避不純物からなるボンディング用合金細線。

【効果】 18μmから30μm程度の線径で、従来並のループ高さと接合強度を確保できる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 高純度金（純度99.995%以上）

に、重量ppmとしてボロンを0.05~0.2ppm、ベリリウムを1~20未満ppmの範囲内で含有せしめ、残部を金の不可避不純物からなるボンディング用金合金細線。

【請求項2】 請求項1の成分に、カルシウム、イットリウム、ランタン、セリウムの1種または2種以上を重量として1~15ppm未満の範囲で含有し、残部を金と金の不可避不純物からなるボンディング用金合金細線。

【請求項3】 請求項2の成分に、重量としてインジウムを1~50ppm含有し、残部を金と金の不可避不純物からなるボンディング用金合金細線。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子上の電極と外部リードとを接続するために利用する耐熱性に優れた金合金細線に関し、より詳しくは金合金細線の高強度化による使用線径の細線化を図り、かつ細線化にも係わらず従来と同一接合強度を維持せしめる金合金細線に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体素子上の電極と外部リードとの間を接続するボンディング線としては、金合金細線が主として使用されている。金合金細線をボンディングする技術としては、熱圧着法が代表的な方法である。熱圧着法は、金合金細線の先端部分を電気トーチで加熱溶解し、表面張力によりボールを形成させた後に、150~300℃の範囲内で加熱した半導体素子の電極にこのボール部を圧着接合せしめた後に、さらに外部リード側との接続を超音波圧着接合で行う方法である。

【0003】近年、半導体素子の集積度の向上に伴って、半導体素子上の電極数が増加している。このために、電極間距離の短ピッチ化や、ボールボンディングのボール径の小型化で対応するか、あるいは接続用金合金線を従来より長くする（所謂、ロングスパン化）ことで対応しているのが現状である。このためには、ボンディング用金線の細線化が、電極間距離の短ピッチ化とボール径の小型化に有効であり、ロングスパン化に対しては、より細線化することによるコスト低減を図ることができる。

【0004】しかしながら、従来の金合金細線では細線化によって、機械的性質、特に破断強度の低下が必然的に生じることによって、ボンダーへ金合金細線を装着する際に取扱いに注意しないと容易に断線すること、あるいはボンディング後の運搬等による振動にて断線しやすくなること、熱圧着後の接合強度が、細線化によって線径当たりの結晶粒が少ないことに起因して低下する傾向を有すること、破断強度を向上させる元素の添加に起因してループ高さが低くなり、半導体素子の接線と金合金

細線との接触、あるいはアイランドと金合金細線との接触による短絡の発生による半導体装置の不良率を増加させること等から、従来の金合金細線では細線化に対して対応が困難であり、従って従来金合金細線より機械的強度が高く、熱圧直後の接合強度が従来の金合金細線と同等で、かつループ高さの高い金合金細線が望まれている。

【0005】従来のボンディング用金合金線としては、例えば、特開昭53-112059号公報に開示されているようにベリリウムを1~8重量ppm添加した金合金細線、特開昭58-112060号公報に示されているカルシウムを3~5重量ppmを含み、ゲルマニウムを5~50重量ppmとベリリウムを1~8重量ppmの1種または2種以上を含有してなる金ボンディングワイヤー等がある。また、従来よりも機械的強度を高くした特開昭58-154242号公報に記載のようにランタン、セリウム等の稀土類元素とカルシウム、ゲルマニウムとベリリウムとからなる金合金線が発明されている。

【0006】しかしながら、これらの金合金細線の実施例では、25μm径で10~12gfの破断強度であるが、20μm径での破断強度は、断面積の減少に伴い6~7gfと低下し、ボンディング後の接合強度や、比表面積の増大に伴う熱放散量の増大によってボール形成時の再結晶領域が狭くなる結果、ループ高さが低下することから、前述の短絡や、振動断線の発生等による半導体装置の不良率の増大、信頼性の低下等の問題がある。細線化しても従来の金合金細線と同等の機械的性質が得られ、熱圧着後の接合強度が従来の金合金細線と同等でかつループ高さの高い高信頼性を有するボンディング用金合金細線が関連する事業分野から望まれている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明者等が、これらの従来提案された種々のボンディング用金合金細線について検討した結果、金合金細線の破断強度が5~6gf以下では、ボンダーへの金合金細線の取り付け等のハンドリングに充分な注意が必要であり、従来の金合金細線と同等な取扱いが困難になることから、破断強度としては、最低6gf以上が望ましいこと、従来のボンディング用金合金細線では、細線化（25μm未満）のために機械的強度を上げる添加元素を増加させると、ボール形成時の再結晶領域が短くなり、しかも前述の理由でボンディング後のループの高さが低くなる結果、プル強度も低下する傾向が認められた。また、過度の合金元素の添加によって、ボール形成時に添加元素の酸化によってボール表面に酸化物層を生成し、電極との熱圧着時に十分な接合ができなくなり接合強度が低下すること、ボール部の硬度が増加し、圧着時に変形率が低下しシエア強度の低下あるいは甚だしい場合には半導体素子を破損させる場合がある。さらに、ボールの先端に収縮孔ができやすくなり接合面積の減少によって熱圧着後の接合強度が低下する欠点等が生じることが判明した。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者等は前述した問題点の解明のため、種々研究を行った結果、ベリリウムと極く微量のボロンを添加させることで、機械的性質、特に破断強度を著しく上げかつボール形成時の再結晶領域を拡大させ、ループ高さをより高くする効果があることを見出した。ボロンを添加した金合金細線については、すでに特開昭59-65440号公報の提案が知られているが、該公報記載のボロン含有量以下での添加量で、ベリリウムおよび他の第二群、第三群の元素と共存せしめることによって、より充分な効果があることを見出した。また、細線化しても充分な強度を有し、ボールネック部の強度が高く、かつそのバラツキが少なく、ボールネック部の結粒の細かいボンディング用金合金細線を得るには特にボロンの含有量を極めて微量の範囲内に制御することによって、細線化に適合したボンディング用金合金細線を工業的に容易に製造でき、前述の諸問題点を解消することができることを発見した。

【0009】すなわち、本発明は、上記知見に基づくものであって、以下の構成を要旨とする。

(1) 高純度金(純度99.995%以上)に、重量ppmとして、ボロンを0.05~0.2ppm、ベリリウムを1~20ppm未満の範囲内で含有せしめ、残部を金の不可避不純物からなるボンディング用金合金細線。

(2) 上記(1)の成分に、カルシウム、イットリウム、ランタン、セリウムの1種または2種以上を重量として1~15ppm未満の範囲で含有し、残部を金と金の不可避不純物からなるボンディング用金合金細線。

(3) 上記(2)の成分に、重量としてインジウムを1~50ppm含有し、残部を金と金の不可避不純物からなるボンディング用金合金細線。

【0010】以下、本発明の構成についてさらに説明する。本発明で使用する高純度金とは、純度が少なくとも99.995重量%以上の金を含有し、残部が不可避不純物からなるものである。純度が99.995重量%未満の場合は、その含有する不純物の影響を受ける。特に、添加量の比較的少ない高ループ用の金合金細線では、本発明の含有量での効果が充分に発揮できない。

【0011】ボロンは、金中への固溶度が小さく、機械的強度の向上に効果があることが知られている。従来知られている金中のボロン含有量は、1重量ppm以上であるものの、本発明者等は、複数の元素を添加する場合、特にベリリウムと共存させる場合には金合金細線に最適なボロン含有量が、0.2重量ppm未満の微量領域にあることを見出した。即ち、ボロン含有量が、0.2重量ppm以上では、ボール部の硬度が高くなり、半導体素子上の電極との圧着時に、ボールの塑性変形量が少なく、充分な接合強度を得にくくなるか、半導体素子に微細な割れを生じたりする他、他の共存元素の影響で金ボール形成時に真球になりにくい欠点を有する。真球にならな

い場合の問題は、半導体素子上の電極面積を小さくした場合に、ボールをキャビラリーで押しつぶした際に塑性変形した金ボールの一部が電極からはみ出し、電極間の短絡を起こす場合があること、またボール中心部に金合金細線がない場合には、ボンディング時にループが曲り、直線性を損なうことである。他方、0.05重量ppm未満では、金中のボロン分布が不均一になる結果、同一金合金細線内でも局部的に機械的強度のバラツキを生じ、結果としてループ高さのバラツキの増加、接合強度のバラツキの増大等の欠陥を生じるようになる。従って、ボロン含有量を0.05重量ppm以上、0.2重量ppmの範囲とした。

【0012】共存させるベリリウム量は、1重量ppm未満の場合複合添加効果が不充分で破断強度が高くない。他方、ベリリウム量が20重量ppmを超えると、半導体素子上のアルミニウム電極と金合金細線との拡散が不均一になり、所謂カーケンダルボイドが生成しやすくなり、結果として接合信頼性を低下させることから20重量ppm以下とした。高強度、かつ高ループを得る好ましい範囲は、ボロン含有量が0.07~0.1重量ppm、およびベリリウムが6~12重量ppmである。

【0013】第二群元素の添加目的は、ボロンとベリリウムとからなる金合金細線よりもさらに機械的強度を向上させ、ボール形成時の熱影響による金合金細線の結晶粒の粗大化を防止せしめ、ボールネック部の強度を向上させることにある。カルシウムは、特開昭53-105968号公報のごとく金合金線の耐熱性を上げる効果と機械的強度を上げる効果が知られている。ボロンとベリリウムを前述の範囲内に含有せしめた場合には、カルシウムの単独添加による機械的強度の向上をよりさらに高める効果があることを見出した。しかしながら、カルシウム含有量を15重量ppmを超えて添加させると、ボール先端部に収縮孔が形成され、ボールが真球にならずボールボンディング後の接合強度が低下することから、カルシウムの含有量の上限を15重量ppmとした。カルシウムの含有量が1重量ppm未満の場合には、ボロンとベリリウムおよびカルシウムの共同効果が不安定であり、機械的強度を向上させる複合効果も充分でない。従って、カルシウムの含有量は、1重量ppmから15重量ppmとした。

【0014】ランタン、セリウム、イットリウムは、ドイツ国特許1608161号明細書にあるようにカルシウムと同じ傾向の効果を有する元素であり、ボロンとベリリウムとの複合添加効果を研究した結果、カルシウムと同様の効果があることを見出した。いずれの元素も1重量ppm未満ではボロンとベリリウムとの複合添加効果による充分な機械的強度が得られず、金合金細線内での強度のバラツキが大になる。他方、15重量ppmを超えて添加させると、ボールが真球にならず、ボール先端部に収縮孔が形成されるために、ボールボンディング後の

接合強度が低下することから、含有量の上限を15重量ppmとした。カルシウム、ランタン、セリウム、イットリウムの2種以上をボロンとベリリウムとに複数添加した場合も1重量ppm未満では、添加効果が小さく、金合金細線内の強度のバラツキが大になり、15重量ppmを超えて添加させるとボールが真球にならず、ボール先端部に収縮孔が形成されるために、ボールボンディング後の接合強度が低下することから、含有量の上限を15重量ppmとした。高強度、かつ高ループを得る好ましい範囲は、2~5重量ppmである。

【0015】第三群のインジウムは、特開昭63-145729号公報にあるごとく、ループ高さを高くする効果が認められる。ボロンとベリリウムに前述のカルシウム、ランタン、セリウム、イットリウムを添加した場合には、ボロンとベリリウムの場合よりもループ高さが低くなることから、よりループを高くするために含有させた。しかしながら、インジウム含有量が1重量ppm未満ではループを高くする効果が小さく、50重量ppmを超えるとボールネック強度が低下することから、含有量を1~50重量ppmとした。なお、実験の結果インジウムの望ましい含有範囲は、10~30重量ppmの範囲であった。

【0016】

【実施例】以下、実施例について説明する。金純度が99.995重量%以上の電解金を用いて、前述の各添加元素を含有する母合金を個別に高周波真空溶解炉で溶解精造して母合金を溶製した。このようにして得られた各添加元素の母合金の所定量と金純度が99.995重量%以上の電解金とにより、表1に示す化学成分の金合金を高周波真空溶解炉で溶解精造し、その鋳塊を圧延した後に常温で伸線加工を行い、必要に応じて金合金細線の間焼鈍工程を加え、さらに伸線加工を続け、最終線径を20 μ m ϕ の金合金細線とした後に、大気雰囲気中で連続焼鈍して金合金細線の伸び値が約4%になるように調整した。

【0017】得られた金合金細線について、常温引張強度、ループ高さ、ボール形状および接合強度を調べた結果を表1に併記した。ループ高さは、高速自動ボンダーを使用して半導体素子上の電極と外部リードとの間を接合した後に、形成される各ループの頂高と当該半導体素子の電極面とを光学顕微鏡で100本測定し、その両者の距離の差をループ高さとした。ボール形状は、高速自動ボンダーを使用し、電気トーチによるアーク放電によって得られた金合金ボールを走査型電子顕微鏡で観察し、ボール形状が異常なもの、ボール表面に過度の酸化物が生じるもの等半導体素子上の電極に良好な形状で接合できないものを×印、良好なものを○印にて評価した。接合強度は、高速自動ボンディング後にリードフレ

ームと測定する半導体素子を治具で固定した後にボンディング後の金合金細線の中央部を引張り、その細線破断時の引張強度を100本測定したプル強度とそのバラツキで評価した。また、同じく固定した半導体素子の電極から上に3ミクロン離れた位置で半導体素子と平行に治具を移動させ接合した金ボールを剪断破断させ、剥離時の最大荷重を100本測定したシエア強度とそのバラツキを求めた結果で判定した。

【0018】表1は、本構成成分で製造した金合金細線の評価結果を、表2には同一成分で線径を変えた場合、表3は本構成成分を外れる添加量を含む金合金細線の評価結果を示した。また、表4には、特に原料金の純度が、99.995%未満の場合の影響を調べた結果を示した。

【0019】表1と表3においてほぼ同一のループ高さの金合金線のプル強度の比較では、表1のループ高さのバラツキが表3よりも小さいか、表1のプル強度がいずれも表3の値よりも大きくかつ、そのバラツキも小さい結果か、あるいは、シエア強度とそのバラツキが小さくなっている結果が得られており、総合的に判断するといずれも本発明の成分の方が良い結果となっている。また本発明の範囲を超え、過剰の合金元素量を添加した場合は、いずれもボール形状が正常でなく、またシエア強度が低下しそのバラツキも大きくなっている。

【0020】シエア強度は、通常25 μ mの金合金細線の場合では平均値で50g以上あれば問題がないとされている。ボンディング後の形状から20 μ mの金合金細線のシエア強度を試算した結果では、約30g程度の値になる。表1の場合は、いずれも30g以上の値を満足しているが、表3の場合には30g以下の場合が多くあり、ボンディング用金合金細線としては不十分である。

【0021】ボール形状の評価では、表1の請求範囲内の成分では、いずれも正常なボールを形成しているが、表3の比較例ではボール先端部に収縮孔等異常なボールになるものが存在する。

【0022】上述のように、本構成成分の上限を外れる場合には、ループ高さが低く、かつプル強度とシエア強度の接合強度が不十分で、そのバラツキも大きく結果として半導体装置の信頼性を低下させることは、明らかである。また、本発明の構成の下限をはずれた場合には、機械的強度が低下し、かつループ高さは保持できるが、そのバラツキが大きく、結果としてプル強度のバラツキを大きくする他、シエア強度のバラツキも大になる。なお、原料金の純度が低い表4の場合も同様の結果を示している。

【0023】

【表1】

7

8

実施例

番 号	含 有 量 (重 量 ppm)							機械的特性 20 μ m ϕ		ル ー プ 高 さ (μ m)		ブル強度 (gf)		シ ェ ア 強 度 (gf)		ボ ー ル 形 状
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	In	B.I (gf)	E.I (%)	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	0.19	1	—	—	—	—	—	7.2	3.9	183.3	15.6	6.0	0.47	36.4	5.3	○
2	0.06	20	—	—	—	—	—	7.0	4.3	178.5	14.3	6.2	0.46	34.7	5.2	○
3	0.1	2	—	—	—	—	—	7.3	4.0	198.2	15.1	6.0	0.48	35.6	5.4	○
4	0.09	15	—	—	—	—	—	7.4	3.8	188.6	14.9	5.6	0.50	33.9	5.5	○
5	0.06	10	—	—	—	—	—	7.3	3.9	191.2	15.0	5.7	0.49	35.3	5.2	○
6	0.07	10	1	—	—	—	—	7.9	4.0	185.3	14.8	5.5	0.48	33.6	5.1	○
※	0.08	7	15	—	—	—	—	8.6	4.3	150.2	13.9	4.1	0.42	31.8	5.5	○
8	0.09	7	3	—	—	—	—	8.1	4.4	165.8	14.9	7.2	0.45	32.9	5.3	○
9	0.06	1	—	15	—	—	—	8.8	4.5	148.8	14.2	4.1	0.43	31.7	5.5	○
10	0.09	8	—	1	—	—	—	7.9	4.3	184.6	15.3	5.5	0.47	34.2	5.4	○
11	0.05	18	—	14	—	—	—	8.9	4.0	149.2	13.8	4.2	0.46	31.7	4.9	○
※	0.06	3	—	—	3	—	—	8.0	3.8	179.6	14.2	7.9	0.44	33.6	5.0	○
13	0.09	8	—	—	12	—	—	8.7	4.5	150.7	14.3	4.5	0.41	31.5	4.9	○
※	0.05	9	—	—	—	1	—	7.9	3.8	180.6	14.4	8.0	0.43	31.6	5.0	○
14	0.05	9	—	—	—	—	—	8.4	4.4	179.6	14.5	5.4	0.43	35.2	5.6	○
15	0.09	3	—	—	—	15	—	8.4	4.4	153.9	14.1	4.3	0.45	32.6	4.8	○
16	0.07	5	1	2	9	—	—	8.9	3.9	146.6	13.6	4.1	0.46	33.1	4.6	○
※	0.09	16	3	5	3	3	—	8.3	4.7	178.9	14.0	7.9	0.48	33.0	5.0	○
17	0.09	16	3	5	3	3	—	8.3	4.7	148.3	13.3	4.3	0.46	32.8	4.6	○
18	0.08	7	15	—	—	—	2	8.5	4.4	159.1	14.1	4.5	0.51	32.2	5.3	○
19	0.08	10	15	—	—	—	40	8.6	4.6	161.8	14.8	4.6	0.46	33.4	5.4	○
20	0.09	8	—	—	12	—	20	8.4	4.4	164.1	14.4	4.6	0.47	32.3	5.1	○
21	0.05	17	—	14	—	—	9	9.0	3.8	155.7	14.3	4.5	0.48	32.3	5.2	○
22	0.07	5	1	2	9	—	1	8.8	4.3	152.3	14.0	4.3	0.47	32.9	4.4	○
※	0.07	5	2	2	9	—	50	8.4	4.4	182.6	14.1	8.1	0.49	32.5	4.5	○
23	0.07	5	2	2	9	—	50	8.4	4.4	155.1	14.6	4.4	0.44	33.3	4.8	○
24	0.09	16	3	5	3	3	30	8.3	4.5	152.5	14.3	4.2	0.42	31.8	4.9	○

※ ポンディング時にループ高さを高くする操作をして、180 μ 程度にした場合を示す。

実施例

番号	含有量 (重量 ppm)						線径 (μm)	機械的特性 20 $\mu\text{m}\phi$		ループ高さ (μm)		プル強度 (gf)		シェア強度 (gf)		ボール 形状
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	In	B. I (gf)	E. I (%)	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	0.07	10	1	-	-	-	-	17.9	4.0	255.3	14.8	13.5	0.48	105.4	5.1	○
2								11.8	3.9	226.8	14.5	10.5	0.44	86.3	4.9	○
3								7.9	4.0	185.3	14.8	5.5	0.48	33.6	5.1	○
4	0.09	8	-	-	2	-	10	6.7	3.8	174.7	13.9	5.2	0.41	25.2	3.8	○
5								18.2	4.0	235.1	15.4	14.5	0.47	110.4	5.6	○
6								12.4	4.3	208.5	15.1	10.9	0.47	90.2	5.4	○
7	0.09	8	-	-	2	-	10	8.0	4.1	180.6	14.6	6.6	0.43	34.8	4.2	○
8								6.6	3.9	168.3	14.4	5.5	0.42	28.5	4.1	○

1 1

1 2

比較例

番 号	含 有 量 (重量 ppm)								機械的特性 20 $\mu\text{m}\phi$		ループ高さ (μm)		プル強度 (gf)		シェア強度 (gf)		ボール 形 状	
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	Ge	Ag	In	B. I (gf)	E. I (%)	平均値	σ	平均値	σ			
1	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	6.9	3.7	170.2	17.3	5.3	0.61	23.6	7.2	×
2	4	5	2	-	-	-	-	-	-	9.6	3.7	160.2	15.3	4.3	0.65	18.6	7.2	×
3	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	5.6	3.7	173.5	17.5	4.9	0.85	31.3	7.0	○
4	0.03	15	-	-	-	-	-	-	-	5.9	3.7	179.8	17.3	5.0	0.65	30.3	6.9	○
5	0.3	15	-	-	-	-	-	-	-	7.4	4.1	169.8	16.3	4.5	0.65	27.3	7.6	×
6	-	10	4	-	-	-	-	-	-	7.5	3.9	156.7	16.1	4.0	0.56	30.2	8.2	○
※	-	10	4	-	-	-	-	-	65	6.9	3.9	182.2	16.3	6.6	0.54	30.3	8.1	○
7	-	10	4	-	-	-	-	-	-	6.9	3.9	168.1	16.4	4.7	0.66	29.2	8.0	×
8	0.15	23	19	-	-	-	-	-	-	8.9	4.3	141.6	14.9	3.7	0.67	26.3	7.3	×
※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	179.9	15.2	6.4	0.68	26.5	7.5	×
9	0.06	10	5	18	-	-	-	-	-	9.0	4.4	132.4	14.0	3.4	0.46	25.2	7.7	×
※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178.3	14.3	6.0	0.50	25.4	7.5	×
10	0.06	10	5	18	-	-	-	-	20	9.3	4.4	138.4	14.3	3.7	0.49	26.2	6.9	×
11	0.09	6	10	10	10	5	-	-	-	9.6	4.2	129.0	14.6	3.4	0.50	25.7	8.1	×
12	0.1	-	9	-	-	-	-	-	-	7.3	3.8	159.6	17.6	4.1	0.63	28.9	7.4	○
※	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	182.6	17.9	6.6	0.69	29.0	7.5	○
13	0.06	10	5	-	-	20	-	-	20	8.9	4.4	138.7	14.1	3.7	0.54	25.2	7.3	×
14	0.09	7	-	2	-	-	35	-	10	8.1	4.0	174.2	15.2	4.1	0.69	29.2	7.3	○
15	0.09	7	-	2	-	-	35	20	10	7.8	3.9	179.6	16.3	3.8	0.73	28.6	6.9	○

※ ボンディング時にループ高さを高くする操作をして、180 μ 程度にした場合を示す。

※ ボンディング時にループ高さを高くする操作をして、180 μ 程度にした場合を示す。

13

14

比較例

番号	含有量 (重量 ppm)							金中不純物含有量 (重量 ppm)				機械的特性 20 μ m ϕ	
	B	Be	Ca	Y	La	Ce	In	Ag	Cu	Pb	Sn	B. I (gf)	E. I (%)
1	0.06	1	—	—	—	—	—	36	5	6	15	5.4	3.9
2	0.06	20	—	—	—	—	—	10	6	9	30	5.3	4.3

比較例

番号	ループ高さ (μ m)		プル強度 (gf)		シェア強度 (gf)		ボール 形状
	平均値	σ	平均値	σ	平均値	σ	
1	163.3	18.6	4.3	0.64	27.4	6.3	○
2	168.5	17.3	4.2	0.62	26.7	6.2	○

【0027】

【発明の効果】本発明の合金金細線は、機械的強度が充分で、ボンディング後のループ高さが高くそのバラツキが小さく、接合強度も高くかつそのバラツキが小さく、*

* ボール形状もいずれも正常であり安定したボンディングが可能であり、線径を18～30 μ mでも同様な効果が得られたことから、工業上有用な特性を有するものである。